


ETCHING METHOD

Publication number: JP11307512
Publication date: 1999-11-05
Inventor: SHIROSAKI TOMOHIDE
Applicant: SONY CORP
Classification:
- international: H01L21/311; H01L21/02; (IPC1-7): H01L21/3065
- european: H01L21/311B2B
Application number: JP19980113566 19980423
Priority number(s): JP19980113566 19980423

Also published as:

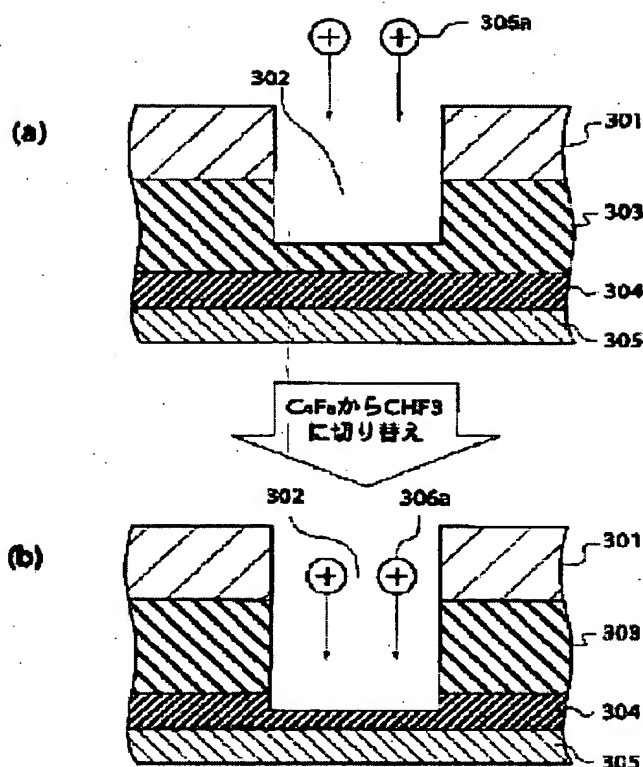
 US6204193 (B1)

Report a data error here

Abstract of JP11307512

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an etching method which enables the formation of contact holes through an inter-layer film formed by laminating an oxide film on an SiN film, even if a reaction product removing step and cleaning step are omitted.

SOLUTION: This etching method is for etching a laminated film consisting of an SiN film 304 and oxide film 303 formed thereon and comprises a step of starting the etching of the oxide film 303 with a C₄F₈ based gas 306a and stopping the etching with this gas, and a step of switching the etching gas from the C₄F₈ based gas 306a to a CHF₃ based gas and etching the remaining oxide film 303 and SiN film 304.



BEST AVAILABLE COPY

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

M-1499

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307512

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 L 21/3065

識別記号

F I

H 0 1 L 21/302

F

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平10-113566

(22) 出願日 平成10年(1998)4月23日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 城崎 友秀

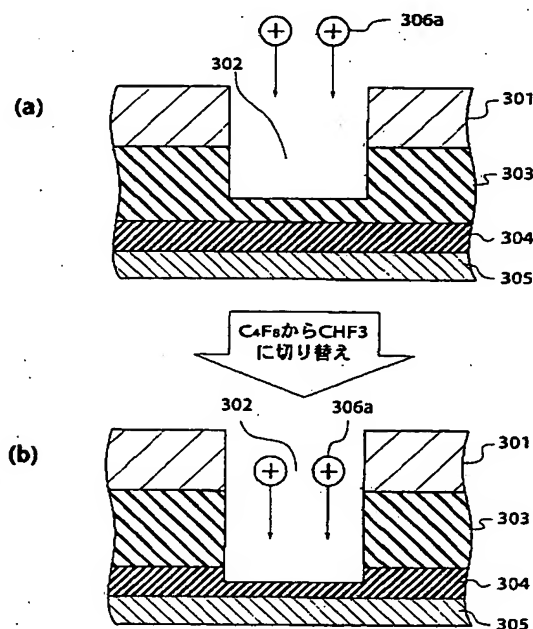
東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(54) 【発明の名称】 エッチング方法

(57) 【要約】

【課題】 反応生成物の除去工程と洗浄工程を省いても、酸化膜と窒化珪素膜を積層した層間膜にコンタクトホールを形成できるエッチング方法を提供する。

【解決手段】 本発明に係るエッチング方法は、窒化珪素膜304とその上に形成された酸化膜303からなる積層膜をエッチングするものである。このエッチング方法は、C₄F₈系ガス306aで該酸化膜303のエッチングを開始し、該窒化珪素膜304が露出する前に該C₄F₈系ガスでのエッチングを停止する工程と、エッチングガスをC₄F₈系ガス306aからCHF₃系ガス306bに切り替えて残った酸化膜303と該窒化珪素膜304をエッチングする工程と、を具備するものである。



301 エッチングマスク 304 絶縁膜(窒化珪素)
302 コンタクトホール 305 シリコン基板
303 層間膜(酸化膜)

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも 2 層を有する積層膜をエッチングする方法であって、

第 1 のエッチングガスで上層のエッチングを開始し、下層が露出する前に該上層のエッチングを停止する工程と、

第 2 のエッチングガスで残った上層と該下層をエッチングする工程と、

を具備することを特徴とするエッチング方法。

【請求項 2】 上記第 1 のエッチングガスによる工程と上記第 2 のエッチングガスによる工程は、同一チャンバ内で連続して行われることを特徴とする請求項 1 記載のエッチング方法。

【請求項 3】 上記積層膜にシリコン酸化膜と窒化珪素膜を含むことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のエッチング方法。

【請求項 4】 上記第 1 のエッチングガスが C_4F_8 系ガスであり、上記第 2 のエッチングガスが CHF_3 系ガスであることを特徴とする請求項 1～3 のうちのいずれか 1 項記載のエッチング方法。

【請求項 5】 窒化珪素膜とその上に形成された酸化膜からなる積層膜をエッチングする方法であって、

C_4F_8 系ガスで該酸化膜のエッチングを開始し、該窒化珪素膜が露出する前に該 C_4F_8 系ガスでのエッチングを停止する工程と、

エッチングガスを C_4F_8 系ガスから CHF_3 系ガスに切り替えて残った酸化膜と該窒化珪素膜をエッチングする工程と、

を具備することを特徴とするエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体及び電子デバイス部品に代表される微細加工プロセスにおいて適用されるエッチング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年の VLSI 等に用いられる半導体素子は、高集積化及び高性能化が進展するに伴い、微細加工への要求が厳しくなっている。例えば、DRAM 構造を例にとると、集積度を上げるために、配線自体の線幅が縮小されるとともに配線間の間隔も縮小され、更にコンタクトホールの穴径も小さくなってきている。その結果、これらの配線とコンタクトホール間の間隔が小さくなり、電気的なショートが懸念される。これを防止するために、酸化膜で形成された層間絶縁膜に更に窒化珪素の層を介在させている。

【0003】 図 9 は、従来のドライエッチング方法の問題点を説明するための COB 構造の DRAM を模式的に示す断面図である。シリコン基板 107 の上にはビット線 106 が形成されており、ビット線 106 の上には酸化膜 103 が形成されている。この酸化膜 103 の上には

窒化珪素膜 104 が形成されており、この窒化珪素膜 104 の上には酸化膜 103 が形成されている。この酸化膜 103 内にはワード線 105 が形成されている。また、酸化膜 103 の上には窒化珪素膜 104 が形成されており、この窒化珪素膜 104 の上には酸化膜 103 が形成されている。この酸化膜 103 の上には窒化珪素膜 102 が形成されており、この窒化珪素膜 102 の上にはキャパシタ部 101 が形成されている。このキャパシタ部 101 から図中下方にあるトランジスタにコンタクトホール 108 が開孔されている。

【0004】 このようにコンタクトホール 108 を開孔するには、図 9 に示すように、酸化膜 103 と窒化珪素膜 102、104 で形成された積層膜をエッチングする必要がある。

【0005】 ここで、酸化膜と窒化珪素膜の両方をエッチングできるエッチングガスとしては CHF_3 系ガスがある。近年の微細加工技術の一つには、レジストマスクではなく Poly マスクを使用したコンタクトホールの加工も行われるようになってきている。Poly マスクを使用することによって、レジストマスクでは達成できなかったサブミクロンの加工が可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、Poly マスクで CHF_3 系ガスを単独で用いてコンタクトホールを加工すると、マスクと酸化膜の選択比がとれず、マスクが後退するといった現象が発生してしまう。

【0007】 また、従来のエッチング方法には次のような問題もある。図 10～図 12 は、従来のエッチング方法を用いた半導体装置の製造工程の一部を示すものであり、従来のエッチング方法の他の問題点を説明するための断面図である。

【0008】 図 10 に示すように、シリコン基板 205 の上に窒化珪素膜 204 を形成し、この窒化珪素膜 204 の上に酸化膜 203 を形成する。この酸化膜 203 の上にエッチングマスク (Poly-Si) 201 を形成する。次に、このエッチングマスク 201 をマスクとして CHF_3 系ガスを単独で用いてエッチングすることにより、酸化膜 203 及び窒化珪素膜 204 にコンタクトホール 202 を形成すると、このコンタクトホール 202 の形状がボーイング形状となってしまう。

【0009】 この後、図 11 に示すように、コンタクトホール 202 内を埋めるために、Poly-Si 等のホール内充填材 207 を Poly-Si (エッチングマスク) 201 上に堆積する。すると、コンタクトホール 202 がボーイング形状となっているため、コンタクトホール 202 内にす状の空間 206 が発生してしまう。

【0010】 次に、ホール内充填材 207 をエッチバックする。すると、図 12 に示すように、す状の部分 206 が他の部分より速くエッチングされてしまい、エッチングすることを予定していない部分であるコンタクトホ

ール 202 の底の部分のシリコン基板 205 がエッチングされてしまうという不具合が発生してしまう。

【0011】このような不具合の発生を防止する方法としては、酸化膜 203 を C_4F_8 系ガスを用いてエッチングした後、窒化珪素膜 204 を CHF_3 系ガスを用いてエッチングする方法が考えられる。 C_4F_8 系ガスでは、酸化膜は容易にエッチングされるが、窒化珪素膜は容易にエッチングされないからである。このような方法を実施するためには、酸化膜 203 を C_4F_8 系ガスを用いてエッチングした後に、コンタクトホール内に付着したフロロカーボン系の反応生成物を O_2 プラズマで除去し（アッシング）、更に硫酸や過酸化水素水等で洗浄しなければならず、その後、窒化珪素膜 204 を CHF_3 系ガスを用いてエッチングすることとなる。このことは、図 9 で示したように酸化膜と窒化珪素膜が複数からなる多層膜の場合、反応生成物の除去工程と洗浄工程をその膜数分だけ行わなければならず、製造コストが過大となる。

【0012】これに対して、製造コストを抑えるために、反応生成物の除去工程と洗浄工程を省いて、酸化膜 203 を C_4F_8 系ガスを用いてエッチングした後、引き続きエッチングガスを C_4F_8 系ガスから CHF_3 系ガスに切り替えて連続して窒化珪素膜 204 をエッチングすることも考えられる。しかし、こうしたすると、図 13 に示すとおり、 C_4F_8 系ガスでの酸化膜のオーバーエッチング量に比例して、酸化膜の下層に位置する窒化珪素膜のエッチレート（エッチング量）が低下してしまい、そのオーバーエッチング量がある量に達すると、エッチングストップの現象が発生してしまう。従って、反応生成物の除去工程と洗浄工程を省くことはできない。

【0013】図 14 (a) ~ (c) は、酸化膜のオーバーエッチング量が増えるとエッチストップが発生するという図 13 で示す現象を模式的に説明するための断面図である。

【0014】図 14 (a) に示すように、シリコン基板 305 の上に窒化珪素膜 304 を形成し、この窒化珪素膜 304 の上に酸化膜 303 を形成する。この酸化膜 303 の上にエッチングマスク 301 を形成する。次に、このエッチングマスク 301 をマスクとして C_4F_8 系ガス 306 を用いて酸化膜 303 のエッチングを窒化珪素膜 304 の表面が露出する前まで行った。この場合、コンタクトホール 302 内に反応生成物は生じない。

【0015】図 14 (b) に示すように、シリコン基板 305 の上に窒化珪素膜 304 を形成し、この窒化珪素膜 304 の上に酸化膜 303 を形成する。この酸化膜 303 の上にエッチングマスク 301 を形成する。次に、このエッチングマスク 301 をマスクとして C_4F_8 系ガス 306 を用いて酸化膜 303 のエッチングを窒化珪素膜 304 の表面が露出する時まで行った。この場合

は、コンタクトホール 302 内にフロロカーボン系の反応生成物 307 が生じる。

【0016】図 14 (c) に示すように、シリコン基板 305 の上に窒化珪素膜 304 を形成し、この窒化珪素膜 304 の上に酸化膜 303 を形成する。この酸化膜 303 の上にエッチングマスク 301 を形成する。次に、このエッチングマスク 301 をマスクとして C_4F_8 系ガス 306 を用いて酸化膜 303 のオーバーエッチングを行った。この場合は、コンタクトホール 302 内に生じるフロロカーボン系の反応生成物 307 の量が図 14 (b) の場合より多い。

【0017】これらの図からもわかるとおり、 C_4F_8 系ガスで酸化膜 303 をエッチングした際に、下層の窒化珪素膜 304 が露出するとコンタクトホール 302 内にフロロカーボン系の反応生成物 307 が堆積し始める。この量は、図 13 から推測されるように、 C_4F_8 系ガスでの酸化膜 303 のオーバーエッチング量に依存する。さらにオーバーエッチング時間を長くしていくと、コンタクトホール内に堆積した反応生成物によってイオンによるエッチングの効力が無くなりエッチストップしてしまう。従って、酸化膜 303 をエッチングし、フロロカーボン系の反応生成物 307 を酸素等のアッシングにより $O_2 + CF \rightarrow COF$ という形で蒸発させた後に、窒化珪素膜 304 をエッチングする必要がある。

【0018】一方、コンタクトホール内の反応生成物を同一エッチング装置内でガス条件を切り替えるだけで除去する方法としては、 C_4F_8 系ガスによる酸化膜 203 のエッチング終了後に、チャンバ内に酸素を導入し、ホール内の反応生成物を除去することが考えられる。しかし、この方法を用いると、チャンバ内壁に付着した反応生成物も同時に除去されるので、パーティクルの発生原因となってしまう。

【0019】また、酸化膜のエッチング終了後に、チャンバ内に酸素プラズマを発生させてホール内の反応生成物を除去する場合、ウエハ裏面までプラズマが回り込む。このとき、ウエハの冷却機構として温調された下部電極の温度をウエハに伝達するための手段として静電チャックが使用されており、その誘電体膜としてポリイミド樹脂が使われていると、このポリイミド樹脂までエッチングされ、絶縁破壊という重大なトラブルが発生してしまう。

【0020】本発明は上記のような事情を考慮してなされたものであり、その目的は、反応生成物の除去工程と洗浄工程を省いても、上層と下層を積層した層間膜にコンタクトホールを形成できるエッチング方法を提供することにある。特に、本発明の目的は、反応生成物の除去工程と洗浄工程を省いても、酸化膜と窒化珪素膜を積層した層間膜にコンタクトホールを形成できるエッチング方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明に係るエッチング方法は、少なくとも2層を有する積層膜をエッチングする方法であって、第1のエッチングガスで上層のエッチングを開始し、下層が露出する前に該上層のエッチングを停止する工程と、第2のエッチングガスで残った上層と該下層をエッチングする工程と、を具備することを特徴とする。また、上記第1のエッチングガスによる工程と上記第2のエッチングガスによる工程は、同一チャンバ内で連続して行われることが好ましい。また、上記積層膜にシリコン酸化膜と窒化珪素膜を含むことが好ましい。また、上記第1のエッチングガスがC₄F₈系ガスであり、上記第2のエッチングガスがCHF₃系ガスであることが好ましい。

【0022】上記エッチング方法では、第1のエッチングガスで上層のエッチングを開始し、下層が露出する前にそのエッチングを停止させるため（上層のオーバーエッチングを行わないため）、第1のエッチングガスで下層をエッチングした際に生成される反応生成物がホールに堆積することがない。従って、反応生成物の除去工程と洗浄工程を施す必要がない。これにより、残りの上層と下層を第2のエッチングガスを用いてエッチングする際、第1のエッチングガスから第2のエッチングガスに切り替えるだけで連続してエッチングすることができる。

【0023】また、本発明に係るエッチング方法は、窒化珪素膜とその上に形成された酸化膜からなる積層膜をエッチングする方法であって、C₄F₈系ガスで該酸化膜のエッチングを開始し、該窒化珪素膜が露出する前に該C₄F₈系ガスでのエッチングを停止する工程と、エッチングガスをC₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えて残った酸化膜と該窒化珪素膜をエッチングする工程と、を具備することを特徴とする。

【0024】上記エッチング方法では、C₄F₈系ガスで酸化膜のエッチングを開始し、窒化珪素膜が露出する前にそのエッチングを停止させるため（酸化膜のオーバーエッチングを行わないため）、反応生成物がホールに堆積することがない。従って、反応生成物の除去工程と洗浄工程を施す必要がない。これにより、残りの酸化膜と窒化珪素膜をCHF₃系ガスを用いてエッチングする際、C₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えるだけで連続してエッチングすることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施の形態について説明する。図1(a)、(b)は、本発明の実施の形態によるエッチング方法を示す断面図である。

【0026】本発明者が前述の問題点に鑑み鋭意検討を行った結果、酸化膜と窒化珪素膜を積層した多層の絶縁材にコンタクトホールを形成するためのエッチングを、酸素等のアッシングにより反応生成物を除去する工程と

洗浄工程を施すことなく連続して行う方法を見いだした。この方法を図1を参照しつつ説明する。

【0027】図1(a)に示すように、シリコン基板305の上に窒化珪素膜304を形成し、この窒化珪素膜304の上に酸化膜(SiO₂膜)303を形成する。この酸化膜303の上にエッチングマスク301を形成する。次に、このエッチングマスク301をマスクとしてC₄F₈系ガス306aで酸化膜303のエッチングを開始し、この酸化膜303の下層に位置する窒化珪素膜304が露出する前にC₄F₈系ガスでの酸化膜のエッチングを停止する。この際の停止するタイミングは、エッチングエンドポイントモニタもしくはエッチングレートから判断する。

【0028】この後、図1(b)に示すように、エッチングガスをC₄F₈系ガス306aからCHF₃系ガス306bに切り替えて残った酸化膜303とその下層の窒化珪素膜304をエッチングするものである。これにより、酸化膜と窒化珪素膜からなる積層膜にコンタクトホールを加工する工程において、途中にアッシング工程や洗浄工程を行うことなく、エッチングガスをC₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えるだけで連続してエッチングすることが可能となる。一般に、エッチングガスとしてC₄F₈系ガスを用いる場合、酸化膜のエッチングは容易であるが、窒化珪素膜のエッチングは非常に困難である。また、エッチングとしてCHF₃系ガスを用いる場合は、酸化膜のエッチングと窒化珪素膜のエッチングの両方が容易である。

【0029】上記実施の形態によれば、C₄F₈系ガス306aで酸化膜303のエッチングを開始し、窒化珪素膜304が露出する前にそのエッチングを停止させるため（酸化膜303のオーバーエッチングを行わないため）、フロロカーボン系の反応生成物がコンタクトホール302に堆積することがない。次に、残りの酸化膜303と窒化珪素膜304をCHF₃系ガス306bを用いてエッチングする。したがって、酸化膜と窒化珪素膜からなる積層膜を、C₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えるだけで連続してエッチングすることが可能となる。

【0030】尚、本発明は、レジストマスクやPolyマスクを用いてコンタクトホールを加工する場合、コンタクトホール以外の楕円形状のホールを加工する場合、各種酸化膜と窒化珪素の膜が積層したパターンで加工処理を行う場合についても適用することが可能である。

【0031】また、酸化膜303の下層に位置する窒化珪素膜304が露出する前にC₄F₈系ガスでの酸化膜のエッチングを停止させる時の酸化膜303の残りの膜厚は、70nm〜30nm程度であることが望ましい。

【0032】

【実施例】以下、図面を参照して本発明の実施例を説明する。図2〜図5は、後述する本発明の実施例によるエ

エッチング方法を説明する際に用いる高密度プラズマを発生させることが可能なプラズマ処理装置を模式的に示す概略図である。

【0033】図2は、ダイポールリング方式のプラズマエッチング装置を示す概略図である。このプラズマエッチング装置400はチャンバ420を有し、このチャンバ420の側面には、ポール状の永久磁石からなるダイポールリング402が設置されている。チャンバ420の内部には静電チャック407もしくはクランプ等（図示せず）で把持されたウエハ403が配置されており、ダイポールリング402からの磁力線はこのウエハ面に対して平行方向に生じている。この磁場によって、最大に励起された高密度プラズマをチャンバ420内で容易に発生させることができる。また、ウエハ面上での磁力線の分布は面に対して均一ではなく、磁場によって偏ったプラズマ分布を緩和するようにウエハ面上で磁束密度が変化している。

【0034】チャンバ420の上部には、チャンバ内にガスを供給するガス供給手段401が接続されている。また、静電チャック407の下には下部電極404が配置されており、下部電極404には高周波電源406が接続されている。また、チャンバ420の下部には排気手段405が接続されている。

【0035】図3は、TCPタイプのプラズマエッチング装置を示す概略図である。このプラズマエッチング装置400はチャンバ420を有し、チャンバ420の上部は誘電プレートとなる石英天板409が設置されている。石英天板409の上には蚊取り線香状に巻かれた誘導結合コイルとなるTCP電極408が配置されており、このTCP電極408には高周波電源406が接続されている。これにより、TCP電極408には高周波電源406からの13.56MHzのRFの高周波が印加され、高密度プラズマを発生させることができるようになっている。

【0036】チャンバ420の内部には下部電極404が配置されており、下部電極404には高周波電源406が接続されている。下部電極404の上にはウエハ403が載置されている。また、チャンバ420の側部には搬送手段410が設置されている。また、チャンバ420の下部にはガス供給手段401および排気手段405が接続されている。

【0037】図4は、RFバイアス印加型のECRプラズマエッチング装置を示す概略図である。このプラズマエッチング装置400はチャンバ420を有し、このチャンバ420の上部にはドーム状石英ベルジャ421が設けられている。この石英ベルジャ421の側部にはリング状の電磁石412が設置されている。石英ベルジャ421の上部には導波管を介してマイクロ波発生手段411が接続されており、このマイクロ波発生手段411はマグネトロンでマイクロ波を発生させるものである。

【0038】チャンバ420の内部には静電チャック407で把持されたウエハ403が配置されており、静電チャック407の下には下部電極404が配置されている。下部電極404には高周波電源406が接続されている。また、チャンバ420の下部には排気手段405が接続されている。

【0039】このプラズマエッチング装置では、マイクロ波発生手段411より発生させたマイクロ波が、導波管、石英ベルジャを介してウエハ403に到達する構成となっている。

【0040】図5は、ドーム型のICPプラズマエッチング装置を示す概略図であり、図4と同一部分には同一符号を付し、異なる部分についてのみ説明する。

【0041】ドーム状石英ベルジャ421の上部には、チャンバ420内にガスを供給するガス供給手段401が接続されている。また、ドーム状石英ベルジャ421上には螺旋状に巻かれたコイル413が配置されており、コイル413には高周波電源406が接続されている。この高周波電源406によって印加することにより、ドーム状のコイルによりプラズマがチャンバ420内に閉じ込められたようになり、容易に高密度プラズマを発生させることができる構成となっている。更に、高周波電源406から基板バイアス450kHzを下部電極404に印加することにより、入射イオンエネルギーの独立制御が可能となる構成となっている。

【0042】図6～図8は、本発明の第1の実施例によるエッチング方法を示す断面図である。

【0043】まず、図6に示すように、シリコン基板505の上に例えば減圧CVD (Chemical Vapor Deposition) 法により厚さ100nm程度の窒化珪素膜 (Si₃N₄膜) 504を形成する。次に、窒化珪素膜504の上に常圧CVD法により厚さ700nm程度の層間絶縁膜としての酸化膜 (SiO₂膜) 503を形成する。この後、酸化膜503の上にPoly-Si 501aを形成し、このPoly-Si 上に図示せぬフォトレジスト膜を堆積する。次に、このフォトレジスト膜をエキシマレーザステップを用いて0.3μm径にパターニングし、これをマスクとして該Poly-Si 501aにホールを開孔する。次に、このフォトレジスト膜を除去した後、Poly-Si 501aの上に例えば減圧CVD法によりさらに厚さ300nmのPoly-Si 501bを形成する。これにより、Poly-Si 501aの開孔径 (0.3μm) よりさらに小径の開孔部501cを有するエッチングマスク501を酸化膜503上に形成する。

【0044】この後、図7に示すように、エッチングマスク501をマスクとして、酸化膜503のエッチングを開始し、この酸化膜503の下層に位置する窒化珪素膜504が露出する前に酸化膜503のエッチングを停止する。この際のエッチングには図2のダイポールリング方式のプラズマエッチング装置を用い、エッチング条

件は以下の通りとする。

【0045】

(C₄F₈ 系ステップ)

エッチングガス (ガス流量) : C₄F₈ (15 sccm)
CO (150 sccm)
Ar (300 sccm)
O₂ (7 sccm)
圧力 : 4.0 pa
Rf パワー : 1500 watt
ウエハ温度 : 20°C
ダイポールリング回転数 : 20 rpm

【0046】引き続き、図8に示すように、エッチングガスをC₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えて残った酸化膜503とその下層の窒化珪素膜504をエッチングする。これにより、酸化膜503及び窒化珪

素膜504にはコンタクトホール502が形成される。なお、この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【0047】

(CHF₃ 系ステップ)

エッチングガス (ガス流量) : CHF₃ (30 sccm)
CO (170 sccm)
O₂ (2 sccm)
圧力 : 4.0 pa
Rf パワー : 1500 watt
ウエハ温度 : 20°C
ダイポールリング回転数 : 20 rpm
オーバーエッチング量 : 30%

【0048】このエッチングを行った結果は、図8に示す通り、従来の方法のような層間絶縁膜503と窒化珪素膜504の界面でエッチストップやエッチングの遅れ等が発生することがなかった。しかも、コンタクトホール502の側壁部分がエッチングされることによるボーイング形状等が生じることもなく、垂直な加工形状のコンタクトホール502が開孔できることが確認された。さらに、このエッチングでは下地のシリコン基板505と高選択性を維持しているため、最小のシリコンの基板掘れであった。

【0049】また、この後にコンタクトホール内に例えば減圧CVD法で400nm程度のPoly-Siを埋め込み、エッチバックを行った結果も、得られたコンタクトホール502がボーイング形状等になっていないため、前述したようなブラグロス等が全く発生しなかった。しかも、コンタクト抵抗の上昇やコンタクト形成の歩留まりの低下等の不良も全く発生しなかった。したがって、上記第1の実施例によれば、多層膜からなる層間絶縁膜を連続で、しかも接続抵抗の信頼性が保証できる、良好な

コンタクトホールの開孔を実現することができる。

【0050】つまり、多層膜の絶縁膜からなる層間絶縁膜に微細なコンタクトホールを開孔する工程において、途中でアッシング工程や洗浄工程を入れることなく、チャンバに生成した反応生成物が除去されてパーティクル等が発生することなく、ポリイミド等で製作されたチャンバ内部の静電チャックにダメージを与えることもなく、同一チャンバ内でガス条件を切り替えるだけで、層間絶縁膜である酸化膜と窒化珪素膜を連続してエッチングすることにより、微細なコンタクトホールを加工することができる。

【0051】次に、本発明の第2の実施例によるエッチング方法について図6～図8を参照しつつ説明する。なお、第1の実施例と同一部分の説明は省略する。

【0052】図6に示すサンプルを用い、このサンプルのエッチングには図3のTCPタイプのプラズマエッチング装置を用い、エッチング条件は以下の通りとする。

【0053】

(C₄F₈ 系ステップ)

エッチングガス (ガス流量) : C₄F₈ (40 sccm)
CO (150 sccm)
Ar (300 sccm)
O₂ (0 sccm)
圧力 : 6.0 pa
TCPアンテナRf パワー : 1500 watt
ウエハ温度 : 20°C

Rfバイアス : 100watt

【0054】次に、引き続いて、図8に示すように、エッチングガスをC₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えて残った酸化膜503とその下層の窒化珪素膜504をエッチングする。この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【0055】

(CHF₃系ステップ)

エッチングガス(ガス流量) : CHF₃ (30sccm)

CO (170sccm)

O₂ (2sccm)

圧力 : 4.0pa

TCPアンテナRfパワー : 1500watt

ウエハ温度 : 20°C

Rfバイアス : 100watt

オーバーエッチング量 : 30%

【0056】上記第2の実施例においても第1の実施例と同様の効果を得ることができる。

【0057】次に、本発明の第3の実施例によるエッチング方法について図6～図8を参照しつつ説明する。なお、第1の実施例と同一部分の説明は省略する。

(C₄F₈系ステップ)

エッチングガス(ガス流量) : C₄F₈ (10sccm)

CO (150sccm)

Ar (200sccm)

O₂ (7sccm)

圧力 : 4.0pa

マイクロ波出力 : 900watt

ウエハ温度 : 20°C

Rfバイアス : 100watt

【0060】次に、引き続いて、図8に示すように、エッチングガスをC₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えて残った酸化膜503とその下層の窒化珪素膜504をエッチングする。この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【0058】図6に示すサンプルを用い、このサンプルのエッチングには図4のECRプラズマエッチング装置を用い、エッチング条件は以下の通りとする。

【0059】

(CHF₃系ステップ)

エッチングガス(ガス流量) : CHF₃ (20sccm)

CO (160sccm)

O₂ (2sccm)

圧力 : 3.0pa

TCPアンテナRfパワー : 1800watt

ウエハ温度 : 20°C

Rfバイアス : 100watt

オーバーエッチング量 : 50%

【0062】上記第3の実施例においても第1の実施例と同様の効果を得ることができる。

【0063】次に、本発明の第4の実施例によるエッチング方法について図6～図8を参照しつつ説明する。なお、第1の実施例と同一部分の説明は省略する。

(C₄F₈系ステップ)

エッチングガス(ガス流量) : C₄F₈ (20sccm)

CO (150sccm)

Ar (300sccm)

O₂ (2sccm)

圧力 : 5.0pa

【0064】図6に示すサンプルを用い、このサンプルのエッチングには図5のICPタイプのプラズマエッチング装置を用い、エッチング条件は以下の通りとする。

【0065】

I C P 出力 : 900 watt

ウエハ温度 : 20°C

R f バイアス : 150 watt

【0066】次に、引き続いて、図8に示すように、エッチングガスをC₄F₈系ガスからCHF₃系ガスに切り替えて残った酸化膜503とその下層の窒化珪素膜(CHF₃系ステップ)

エッチングガス(ガス流量) : CHF₃ (30 sccm)

CO (170 sccm)

O₂ (2 sccm)

圧力 : 4.0 pa

TCPアンテナRfパワー : 1500 watt

ウエハ温度 : 20°C

Rfバイアス : 100 watt

オーバーエッチング量 : 30%

【0068】上記第4の実施例においても第1の実施例と同様の効果を得ることができる。

【0069】以上の様に、本発明を4つの実施例を挙げて説明しているが、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、プラズマ源、装置構成、サンプル構造、エッチングガス等のプロセス条件は、本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜選択することも可能である。

【0070】尚、本発明は、例えば、DRAMにおけるワードラインとビットラインとの間にコンタクトホールを形成する際の層間膜のエッチングに使用することができる。すなわち、コンタクトホールとワード・ビットライン間の耐圧を稼ぐために、キャパシタの下にSiN層を形成することがある。よって、このコンタクトホールを開孔するには、酸化膜とSiN層を積層した多層膜をエッチングする必要がある。このような多層膜を同時にエッチングする場合に本発明を適用することが望ましい。

【0071】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、反応生成物の除去工程と洗浄工程を省いても、上層と下層を積層した層間膜にコンタクトホールを形成できるエッチング方法を提供することができる。特に、反応生成物の除去工程と洗浄工程を省いても、酸化膜と窒化珪素膜を積層した層間膜にコンタクトホールを形成できるエッチング方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)、(b)は、本発明の実施の形態によるエッチング方法を示す断面図である。

【図2】ダイポールリング方式のプラズマエッチング装置を示す概略図である。

【図3】TCPタイプのプラズマエッチング装置を示す概略図である。

【図4】RFバイアス印加型のECRプラズマエッチング装置を示す概略図である。

【図5】ドーム型のICPプラズマエッチング装置を示

す概略図である。

【0067】

504をエッチングする。この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【0067】

504をエッチングする。この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【0067】

504をエッチングする。この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【0067】

504をエッチングする。この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【0067】

504をエッチングする。この際のエッチング条件は以下の通りとする。

【図6】本発明の第1～第4の実施例によるエッチング方法を説明するためのサンプルを示す断面図である。

【図7】本発明の第1～第4の実施例によるエッチング方法を示すものであり、図6の次の工程を示す断面図である。

【図8】本発明の第1～第4の実施例によるエッチング方法を示すものであり、図7の次の工程を示す断面図である。

【図9】従来のエッチング方法の問題点を説明するためのCOB構造のDRAMを模式的に示す断面図である。

【図10】従来のエッチング方法によって層間膜をエッチングした際に、コンタクトホールの形状がボーイング形状となることを示す断面図である。

【図11】図10に示すコンタクトホールに充填材を埋め込んだ時に、このコンタクトホール内にす状の空間が発生することを示す断面図である。

【図12】図11に示す充填材をエッチバックした際に、コンタクトホールの底部のシリコン基板がエッチングされることを示す断面図である。

【図13】酸化膜と窒化珪素膜からなる積層膜をエッチングした際の酸化膜のオーバーエッチ量と窒化珪素膜(SiN)のエッチレートとの関係を示すグラフである。

【図14】図14(a)～(c)は、C₄F₈系ガスで酸化膜のエッチングを行い、引き続きCHF₃系ガスで窒化珪素膜をエッチングするときに、C₄F₈系ガスでの酸化膜のオーバーエッチング量に比例して該酸化膜の下層に位置する窒化珪素膜のCHF₃系ガスでのエッチングレートが低下し、該オーバーエッチング量がさらに増えると窒化珪素膜のエッチストップが発生するという現象を模式的に説明するための断面図である。

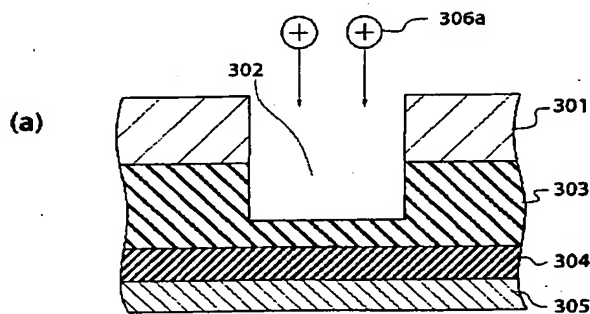
【符号の説明】

101…キャパシタ部、101a…絶縁膜、102…窒化珪素膜(絶縁膜)、103…酸化膜(層間膜)、10

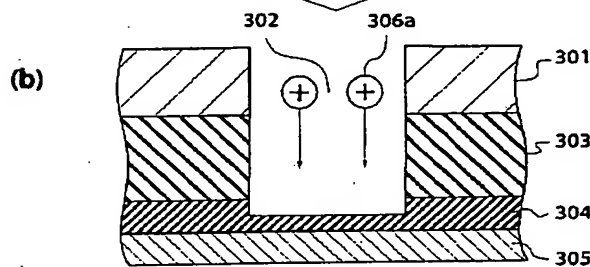
4…窒化珪素膜（絶縁膜）、105…ワード線、106…ビット線、107…シリコン基板、108…コンタクトホール、201…エッチングマスク、202…コンタクトホール、203…酸化膜（層間膜）、204…窒化珪素膜（絶縁膜）、205…シリコン基板、206…す状の空間、207…ホール内充填材、301…エッチングマスク、302…コンタクトホール、303…酸化膜（層間膜）、304…窒化珪素膜（絶縁膜）、305…シリコン基板、306、306a… C_4F_8 系ガス（ CF 系イオン）、306b… CHF_3 系ガス、307…反応生成物、400…プラズマエッチング装置、401…

ガス供給手段、402…ダイポールリング、403…ウエハ、404…下部電極、405…排気手段、406…高周波電源、407…静電チャック、408…TCP電極、409…石英天板、410…搬送手段、411…マイクロ波発生手段、412…電磁石、413…コイル、420…チャンバ、421…ドーム状石英ベルジャ、501…エッチングマスク、501a、501b…Poly-Si、501c…開孔部、502…コンタクトホール、503…酸化膜（層間膜）、504…窒化珪素膜（絶縁膜）、505…シリコン基板。

【図1】

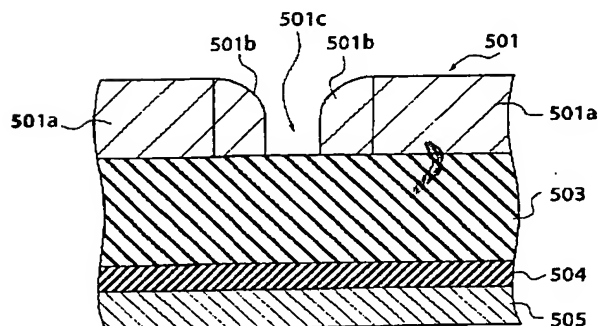


C_4F_8 から CHF_3
に切り替え

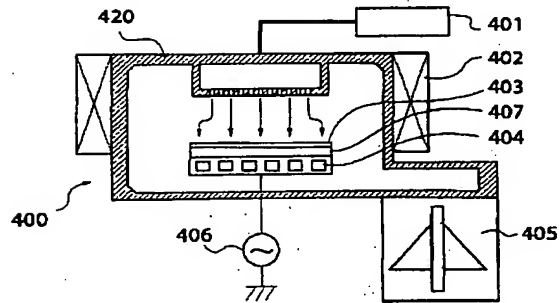


301 エッチングマスク 304 絶縁膜(窒化珪素)
302 コンタクトホール 305 シリコン基板
303 層間膜(酸化膜)

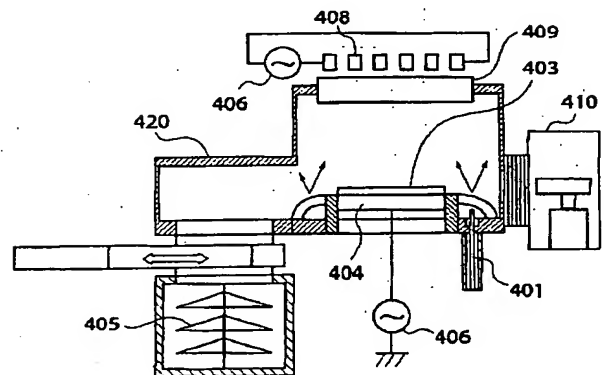
【図6】



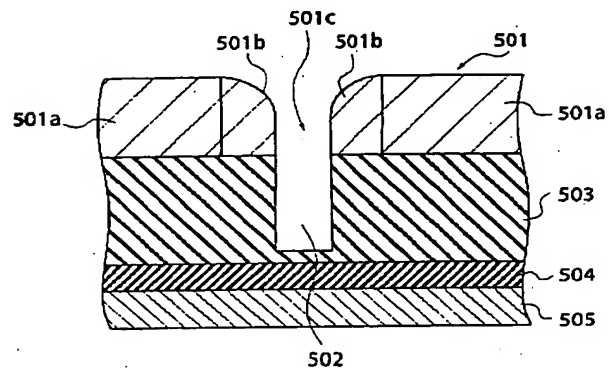
【図2】



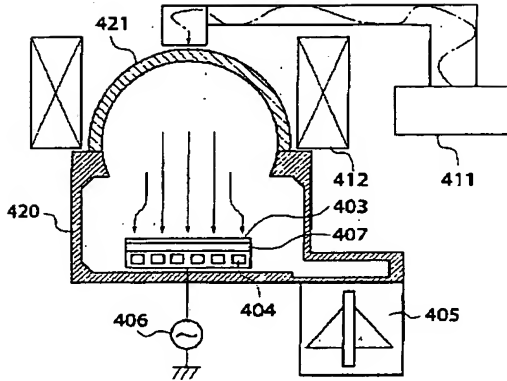
【図3】



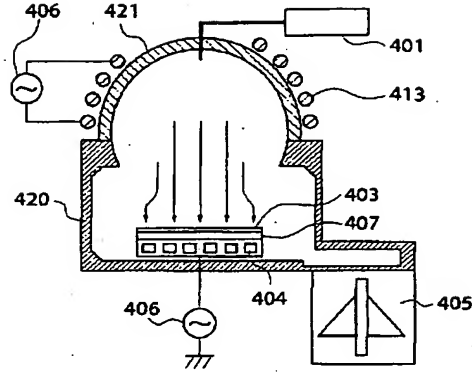
【図7】



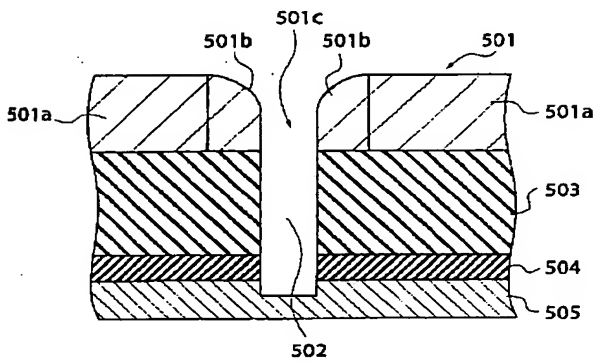
【図 4】



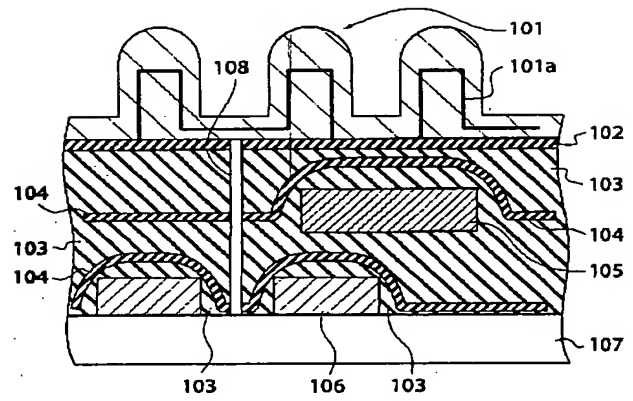
【図 5】



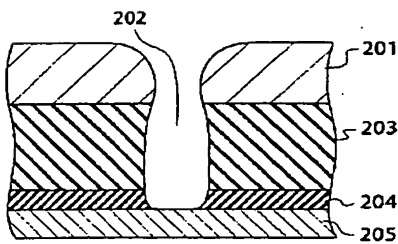
【図 8】



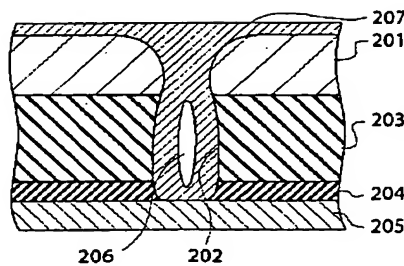
【図 9】



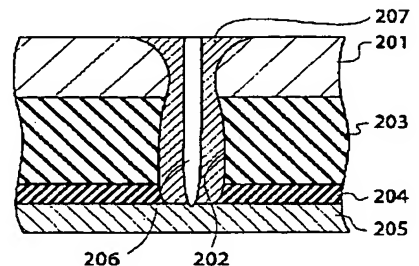
【図 10】



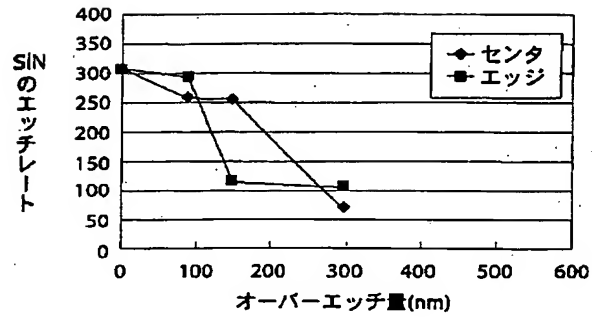
【図 11】



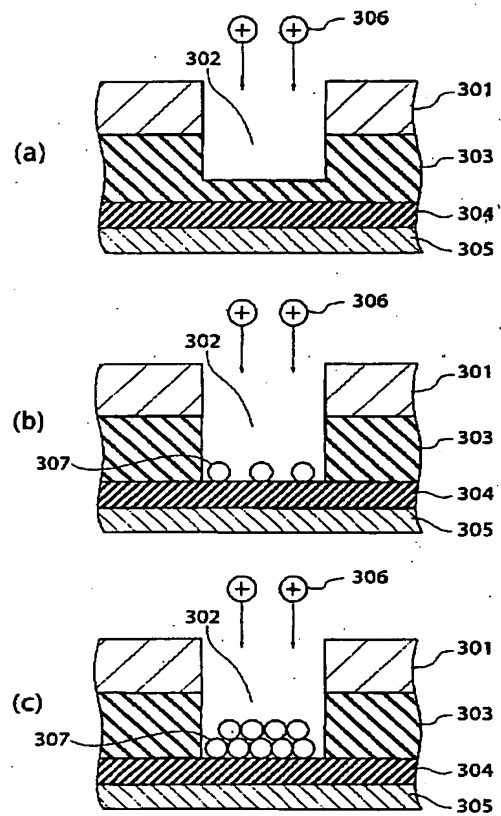
【図 12】



【図 13】



【図 14】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.